

## **CAPÍTULO 6**

### **FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN: RELACIÓN CON EL EMPLEO, EL SALARIO, EL CAPITAL HUMANO Y EL CAPITAL FÍSICO**

M<sup>a</sup> Carmen Guisán e Isabel Neira

#### ***6.1. Empleo, productividad y salarios en 1965-2000.***

La tabla 1 presenta la evolución del empleo en los 15 países que constituían la Unión Europea en el año 2000, en comparación con USA y con otros países de la OCDE, con datos quinquenales expresado en miles de personas, para el período 1965-2000, mientras que la tabla 2 muestra la tasa de empleo por cada mil habitantes.

Los países que más han destacado por la creación de empleo en el período 1965-2000 han sido USA, México, Japón y Turquía, por distintos motivos. En los casos de México y Turquía, como hemos visto en la sección 1.3 de este libro se ha producido en la segunda mitad del siglo veinte, un crecimiento muy importante de su PIB y su población, y la creación de empleo aún habiendo sido importante necesita ampliarse substancialmente porque tienen bajas tasas de empleo no agrario por cada mil habitantes, y hay una demanda creciente de empleo.

En el caso de USA, su alto ritmo de crecimiento del PIB, su todavía baja densidad media de población por unidad de superficie, y la moderación de sus tasas de natalidad ha permitido un cierto nivel de apertura a la inmigración para ocupar los nuevos puestos de trabajo que su dinamismo económico ha sido capaz de crear.

Japón ha experimentado un crecimiento económico de la industria y de los demás sectores no agrarios durante la segunda mitad del siglo veinte, y ha tenido un crecimiento importante del empleo dada su política de propiciar altas tasas de ocupación de su población activa.

Tabla 1. Empleo total en los países de la OCDE, 1965-2000

| País         | 1965  | 1970  | 1975  | 1980   | 1985   | 1990   | 1995   | 2000   |
|--------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Austria      | 3191  | 3051  | 2943  | 3070   | 3235   | 3412   | 3758   | 3776   |
| Alemania     | 36032 | 35829 | 35169 | 36033  | 35506  | 37139  | 36176  | 37336  |
| Bélgica      | 3640  | 3698  | 3750  | 3748   | 3606   | 3814   | 3762   | 3973   |
| Dinamarca    | 2226  | 2363  | 2365  | 2489   | 2553   | 2670   | 2596   | -      |
| España       | 12110 | 12643 | 12883 | 12004  | 11027  | 12890  | 12263  | 14610  |
| Finlandia    | 2181  | 2156  | 2251  | 2359   | 2467   | 2525   | 2127   | 2356   |
| Francia      | 20129 | 20905 | 21474 | 21916  | 21475  | 22648  | 22413  | 23750  |
| Grecia       | 3255  | 3134  | 3198  | 3356   | 3588   | 3719   | 3821   | 3946   |
| Holanda      | 4607  | 4790  | 4743  | 5077   | 5178   | 6356   | 6887   | 7845   |
| Irlanda      | 1069  | 1053  | 1073  | 1156   | 1112   | 1160   | 1281   | 1671   |
| Italia       | 19963 | 19775 | 20007 | 20869  | 21113  | 21764  | 20233  | 21225  |
| Lux.         | 133   | 140   | 158   | 158    | 161    | 190    | 208    | -      |
| Portugal     | 3765  | 3822  | 3852  | 4026   | 4129   | 4723   | 4413   | 4909   |
| Suecia       | 3698  | 3854  | 4062  | 4232   | 4299   | 4465   | 3926   | -      |
| Gran Bretaña | 25199 | 24753 | 25055 | 25327  | 24390  | 26935  | 26026  | 27793  |
| USA          | 73034 | 80796 | 87524 | 100907 | 108855 | 119550 | 126242 | 136399 |
| Japón        | 47300 | 50940 | 52230 | 55360  | 58070  | 62490  | 64570  | 64460  |
| Australia    | 4792  | 5472  | 5910  | 6353   | 6747   | 7938   | 8276   | 9099   |
| Islandia     | 76    | 81    | 95    | 106    | 121    | 126    | 138    | -      |
| N. Zelanda   | 990   | 1090  | 1225  | 1274   | 1341   | 1491   | 1678   | 1788   |
| Noruega      | 1483  | 1545  | 1732  | 1908   | 2014   | 2030   | 2035   | -      |
| Suiza        | 3025  | 3142  | 3116  | 3166   | 3352   | 3563   | 3772   | -      |
| México       | 14834 | 17451 | 20512 | 23215  | 25955  | 28669  | 32370  | 37772  |
| Canadá       | 7060  | 8011  | 9363  | 11043  | 11694  | 13163  | 13427  | 14970  |
| Turquía      | 12837 | 13083 | 14958 | 16280  | 17282  | 19038  | 20165  | -      |

Fuente: Datos de Labour Force Statistics de la OCDE, varios años.

Los países con altas tasas de empleo por cada mil habitantes son con frecuencia los que tienen también altos salarios por trabajador, pues ambas variables están muy relacionadas con el PIB por habitante y con la productividad media del trabajo.

La tabla 2 presenta los datos de salario real según paridades de poder de compra, en los países de la OCDE durante el período 1965-2000, y la tabla 3 el cociente entre el salario real y el PIB por trabajador.

Tabla 2. Salario real W90iPP, en miles \$ 1990 según PCs

| Country     | 1965 | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Austria     | 10.7 | 14.4 | 18.7 | 21.9 | 20.7 | 23.1 | 23.8 | 25.0 |
| Germany     | 12.4 | 16.6 | 20.5 | 22.6 | 22.6 | 25.2 | 23.5 | -    |
| Belgium     | 13.5 | 17.1 | 22.8 | 27.1 | 26.3 | 28.1 | 30.6 | 31.6 |
| Denmark     | 15.5 | 18.3 | 20.6 | 20.5 | 20.1 | 20.9 | 22.7 | 21.3 |
| Spain       | 9.6  | 13.4 | 17.8 | 21.7 | 22.7 | 23.6 | 25.1 | 23.0 |
| Finland     | 9.7  | 12.2 | 15.3 | 15.7 | 17.3 | 21.6 | 21.6 | 18.9 |
| France      | 14.9 | 18.1 | 22.0 | 25.1 | 26.1 | 26.2 | 27.2 | 28.9 |
| Greece      | 5.6  | 9.1  | 11.2 | 14.9 | 17.1 | 16.9 | 15.7 | 18.4 |
| Netherlands | 15.2 | 20.4 | 25.9 | 26.6 | 23.8 | 22.3 | 22.1 | 22.9 |
| Ireland     | 9.9  | 12.6 | 16.6 | 18.9 | 20.1 | 21.8 | 23.9 | 27.1 |
| Italy       | 12.6 | 16.9 | 20.4 | 23.3 | 24.5 | 27.5 | 27.4 | 27.2 |
| Luxembourg  | 15.0 | 18.2 | 23.7 | 26.4 | 25.2 | 28.9 | 32.0 | 33.2 |
| Portugal    | 5.3  | 8.1  | 13.6 | 12.7 | 11.5 | 12.5 | 14.5 | 14.4 |
| Sweden      | 15.5 | 18.1 | 19.9 | 20.9 | 19.4 | 22.6 | 22.5 | 25.8 |
| UK          | -    | 14.1 | 17.2 | 17.8 | 19.8 | 23.0 | 23.4 | 26.6 |
| USA         | 25.0 | 27.7 | 28.8 | 29.3 | 30.4 | 30.9 | 32.1 | 33.4 |
| Japan       | 9.4  | 14.1 | 19.3 | 20.6 | 22.0 | 24.4 | 25.2 | 25.3 |
| Australia   | 14.6 | 17.4 | 21.9 | 21.9 | 22.5 | 20.9 | 22.5 | 24.2 |
| Iceland     | 11.4 | 13.7 | 15.2 | 18.5 | 16.3 | 19.8 | 19.6 | -    |
| New Zealand | -    | -    | -    | -    | -    | 17.5 | 17.5 | -    |
| Norway      | 13.2 | 15.5 | 19.8 | 19.9 | 19.9 | 20.8 | 21.7 | 21.9 |
| Switzerland | -    | 20.8 | -    | -    | -    | -    | 26.2 | 27.6 |
| Mexico      | -    | -    | -    | -    | -    | 8.9  | 8.7  | -    |
| Canada      | 16.6 | 19.2 | 22.3 | 22.6 | 22.8 | 23.9 | 24.3 | 26.2 |
| Turkey      | -    | -    | -    | -    | -    | 9.9  | 7.8  | 10.8 |

Fuente: Elaborado en base a datos de la OCDE.

Tabla 3. Ratio entre salario medio y productividad media del trabajo

| Country     | 1965   | 1970   | 1975   | 1980   | 1985   | 1990   | 1995   | 2000   |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Austria     | 0.613  | 0.6077 | 0.6276 | 0.6506 | 0.6050 | 0.6097 | 0.6253 | 0.5730 |
| Germany     | 0.6964 | 0.7601 | 0.8303 | 0.7972 | 0.7320 | 0.7385 | 0.6217 | -      |
| Belgium     | 0.6267 | 0.6396 | 0.7253 | 0.7355 | 0.6644 | 0.6464 | 0.6511 | 0.6220 |
| Denmark     | 0.7151 | 0.7471 | 0.7625 | 0.7049 | 0.6225 | 0.6364 | 0.5928 | -      |
| Spain       | 0.6602 | 0.7075 | 0.7399 | 0.7600 | 0.6827 | 0.6675 | 0.6164 | 0.5765 |
| Finland     | 0.6295 | 0.6216 | 0.6653 | 0.6243 | 0.6241 | 0.6743 | 0.5835 | 0.4431 |
| France      | 0.6720 | 0.6544 | 0.6910 | 0.6936 | 0.6605 | 0.6031 | 0.5879 | 0.5821 |
| Greece      | 0.5121 | 0.5701 | 0.5574 | 0.6300 | 0.7225 | 0.6754 | 0.6049 | 0.6234 |
| Netherlands | 0.6304 | 0.6785 | 0.7288 | 0.7045 | 0.6030 | 0.5949 | 0.5766 | 0.5682 |
| Ireland     | 0.7608 | 0.7517 | 0.7970 | 0.7796 | 0.7055 | 0.6327 | 0.5695 | 0.5290 |
| Italy       | 0.6527 | 0.6449 | 0.6860 | 0.6564 | 0.6493 | 0.6500 | 0.5679 | 0.5473 |
| Luxembourg  | 0.5395 | 0.5850 | 0.7427 | 0.7404 | 0.6368 | 0.6316 | 0.5867 | -      |
| Portugal    | 0.6199 | 0.7081 | 0.9659 | 0.7388 | 0.6540 | 0.6245 | 0.6191 | 0.5743 |
| Sweden      | 0.7109 | 0.7109 | 0.7220 | 0.7404 | 0.6400 | 0.6926 | 0.5914 | -      |
| UK          | -      | 0.6015 | 0.6697 | 0.6399 | 0.6235 | 0.6804 | 0.6262 | 0.6650 |
| USA         | 0.6557 | 0.6884 | 0.6876 | 0.6889 | 0.6819 | 0.6659 | 0.6584 | 0.6081 |
| Japan       | 0.7977 | 0.7456 | 0.8390 | 0.7657 | 0.7262 | 0.6922 | 0.6877 | 0.6437 |
| Australia   | 0.6428 | 0.6665 | 0.7497 | 0.6971 | 0.6521 | 0.6077 | 0.5919 | -      |
| Iceland     | 0.5321 | 0.6081 | 0.5812 | 0.5815 | 0.5187 | 0.5659 | 0.5939 | -      |
| New Zealand | -      | -      | -      | -      | -      | 0.5807 | 0.5644 | -      |
| Norway      | 0.6396 | 0.6509 | 0.7406 | 0.6495 | 0.5866 | 0.5682 | 0.4957 | -      |
| Switzerland | -      | 0.6297 | -      | -      | -      | NA     | 0.6888 | -      |
| Mexico      | -      | -      | -      | -      | -      | 0.5332 | 0.5393 | -      |
| Canada      | 0.5707 | 0.5979 | 0.6424 | 0.6409 | 0.5970 | 0.6138 | 0.5906 | -      |
| Turkey      | -      | -      | -      | -      | -      | 0.7171 | 0.5100 | -      |

Fuente: Elaborado en base a datos de la OCDE.

Los salarios reales muestran una clara correlación positiva con el PIB real por habitante, y con la productividad media del trabajo, siendo USA, con 33.4 dólares de 1990 por habitante en el año 2000, el país con salario medio más elevado, y México y Turquía, con valores próximos a 10 mil dólares los países con menores niveles.

El PIB real por habitante depende en gran medida del stock de capital físico por habitante, y ello depende tanto de la capacidad de inversión como de la moderación en el crecimiento de la población. En el próximo capítulo analizamos los efectos indirectos de la educación sobre el PIB por habitante

a través de su impacto positivo sobre el incremento del stock de capital físico por habitante.

## **6.2. Estimación de la función de producción y modelos de empleo**

Son muchos los aspectos de interés relacionados con el de la función de producción en la explicación del PIB, el empleo y los salarios. Desde la perspectiva de los modelos de desequilibrio mencionados en el capítulo 1, consideramos que la función de producción explica el PIB sólo en el caso de que el capital físico utilizado coincida aproximadamente con el stock de capital físico disponible, es decir cuando la inversión en el principal motor del desarrollo.

En caso de utilización plena del stock de capital la función de producción explica el PIB y la ecuación de empleo deseado puede deducirse de la ecuación que relaciona la productividad marginal del trabajo con el salario. En este caso la función de producción es un modelo dinámico, porque tiene efecto propagación del impacto de un incremento de la inversión sobre el crecimiento de muchos períodos sucesivos. Se trata de un modelo dinámico en sentido estricto, de acuerdo con la definición de Guisán(2001), que además es superdinámico, ya que los incrementos del PIB implican a su vez un aumento de la inversión que contribuirá a incrementar el PIB futuro.

La función de producción no explica el PIB cuando el capital disponible no puede utilizarse plenamente, no sólo debido a pequeños desajustes coyunturales sino a las restricciones existentes a la expansión económica por el lado de la demanda o por el lado de la oferta de inputs intermedios a través de las relaciones intersectoriales. En el modelo de desequilibrio de Barro y Grossman(1971) la función explicaría en ese caso el nivel de empleo, o al menos el nivel de empleo deseado por las empresas, enfoque que han seguido muchos modelos de tipo keynesiano, explicando el PIB por el lado de la demanda y el empleo mediante la función de producción y un mecanismo de ajuste parcial.

En el enfoque de desequilibrio de Guisán(1983), el nivel de empleo deseado viene dado por la ecuación de productividad marginal en caso de que el PIB esté explicado por la función de producción, y por una función de mantenimiento del tipo de beneficio deseado por las empresas, en caso

de que no se pueda utilizar plenamente el stock de capital disponible. En este enfoque la función de producción sirve para explicar el stock de capital utilizado despejándolo en función del PIB y el empleo.

*Contraste de la hipótesis de rendimientos crecientes a escala*

En los enfoques mencionados no se tiene en cuenta la ecuación de productividad marginal del capital para explicar el capital utilizado, pues ello es incompatible con la existencia de rendimientos crecientes a escala, situación que parece ser la más frecuente a nivel macroeconómico, como ponen de manifiesto el modelo de USA en 1929-67 estimado por Christensen y Jorgenson(1970) y los modelos de 7 países de la OCDE estimados por Guisán(1980) y (1983).

A continuación presentamos datos y estimaciones de los 7 países de la OCDE y realizamos el contraste de la hipótesis de rendimientos crecientes a escala. Los datos del PIB, Q, y el stock de capital físico, K, están expresados en billones de dólares de 1970 según TCs y los criterios que se mencionan en Guisán(1983), y los datos de empleo en miles de personas.

Tabla 4. Datos de PIB, capital y empleo de Alemania y España

| Año  | QA      | KA      | LA     | QE     | KE     | LE     |
|------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 1963 | 132.870 | 175.007 | 26.744 | 23.780 | 27.606 | 11.870 |
| 1964 | 141.780 | 184.291 | 26.753 | 25.250 | 28.275 | 11.931 |
| 1965 | 149.770 | 190.345 | 26.887 | 27.080 | 30.128 | 11.992 |
| 1966 | 153.500 | 195.986 | 26.801 | 29.330 | 31.981 | 12.110 |
| 1967 | 153.250 | 201.556 | 25.950 | 30.580 | 34.472 | 12.233 |
| 1968 | 162.890 | 206.267 | 25.968 | 32.340 | 36.963 | 12.290 |
| 1969 | 175.640 | 211.320 | 26.356 | 34.850 | 39.633 | 12.393 |
| 1970 | 186.140 | 217.835 | 26.668 | 36.940 | 42.303 | 12.523 |
| 1971 | 192.150 | 225.693 | 26.817 | 38.700 | 45.164 | 12.643 |
| 1972 | 199.170 | 234.132 | 26.744 | 42.000 | 48.025 | 12.712 |
| 1973 | 208.920 | 242.489 | 26.922 | 45.530 | 51.620 | 12.729 |
| 1974 | 210.050 | 250.732 | 26.565 | 47.950 | 55.214 | 13.031 |
| 1975 | 204.620 | 257.562 | 25.810 | 48.260 | 59.389 | 13.102 |
| 1976 | 216.030 | NA      | NA     | 49.250 | 63.975 | 12.883 |

Nota: Véase Guisán(1983) para definiciones y fuentes de datos.

Tabla 5. Datos de PIB, capital y empleo de Francia y Gran Bretaña

| obs  | QF      | KF      | LF     | QUK     | KUK     | LUK    |
|------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|
| 1963 | 97.860  | 84.264  | 19.838 | 100.180 | 107.903 | 24.656 |
| 1964 | 103.990 | 88.983  | 20.061 | 105.820 | 112.481 | 24.946 |
| 1965 | 108.950 | 92.711  | 20.129 | 108.210 | 115.009 | 25.199 |
| 1966 | 114.640 | 96.622  | 20.290 | 110.210 | 117.725 | 25.351 |
| 1967 | 120.000 | 101.036 | 20.355 | 113.110 | 120.394 | 24.987 |
| 1968 | 125.120 | 105.900 | 20.316 | 116.970 | 123.188 | 24.836 |
| 1969 | 133.870 | 111.046 | 20.618 | 118.570 | 126.111 | 24.857 |
| 1970 | 141.540 | 116.730 | 20.905 | 121.530 | 129.127 | 24.753 |
| 1971 | 149.060 | 122.384 | 21.009 | 124.890 | 132.449 | 24.512 |
| 1972 | 148.180 | 128.527 | 21.143 | 127.950 | 135.919 | 24.486 |
| 1973 | 166.770 | 135.305 | 21.445 | 136.370 | 139.453 | 25.055 |
| 1974 | 171.380 | 142.703 | 21.642 | 135.490 | 143.131 | 25.131 |
| 1975 | 172.530 | 149.975 | 21.474 | 133.340 | 146.768 | 25.039 |
| 1976 | 181.840 | 156.375 | 21.619 | 136.820 | 150.218 | 24.827 |

Nota: Véase Guisán(1983) para definiciones y fuentes de datos.

Tabla 6. Datos de PIB, capital y empleo de Italia y Japón

| obs  | QIT     | KIT    | LIT    | QJ      | KJ      | LJ     |
|------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|
| 1962 | 61.910  | 53.000 | 20.836 | 87.130  | 54.172  | 45.560 |
| 1963 | 65.350  | 56.610 | 20.545 | 96.280  | 61.565  | 45.950 |
| 1964 | 67.070  | 60.438 | 20.437 | 109.000 | 68.866  | 46.550 |
| 1965 | 69.190  | 62.693 | 19.963 | 114.590 | 75.894  | 47.300 |
| 1966 | 73.180  | 64.499 | 19.644 | 125.800 | 82.355  | 48.270 |
| 1967 | 78.320  | 66.508 | 19.861 | 142.060 | 88.424  | 49.200 |
| 1968 | 83.270  | 69.070 | 19.867 | 161.200 | 97.049  | 50.020 |
| 1969 | 87.990  | 71.878 | 19.697 | 178.460 | 108.131 | 50.400 |
| 1970 | 92.380  | 74.786 | 19.775 | 197.870 | 122.082 | 50.940 |
| 1971 | 93.810  | 77.842 | 19.772 | 212.350 | 139.538 | 51.220 |
| 1972 | 96.770  | 80.945 | 19.417 | 231.300 | 155.640 | 51.260 |
| 1973 | 103.490 | 83.991 | 19.576 | 254.020 | 174.446 | 52.590 |
| 1974 | 107.560 | 87.670 | 19.935 | 251.360 | 196.324 | 52.370 |
| 1975 | 103.780 | 91.681 | 20.007 | 257.470 | 215.224 | 52.230 |
| 1976 | 109.620 | 94.548 | 20.127 | 272.930 | 231.665 | 52.710 |

Nota: Véase Guisán(1983) para definiciones y fuentes de datos.

Tabla 7. Datos de PIB, capital y empleo de USA

| obs  | QU       | KU      | LU     |
|------|----------|---------|--------|
| 1963 | 755.810  | 534.033 | 69.768 |
| 1964 | 794.460  | 553.506 | 71.323 |
| 1965 | 842.220  | 580.181 | 73.034 |
| 1966 | 893.090  | 614.592 | 75.017 |
| 1967 | 916.830  | 650.336 | 76.590 |
| 1968 | 957.890  | 683.814 | 78.173 |
| 1969 | 982.550  | 718.491 | 80.140 |
| 1970 | 981.200  | 754.370 | 80.796 |
| 1971 | 1009.560 | 787.738 | 81.340 |
| 1972 | 1067.610 | 819.699 | 83.966 |
| 1973 | 1125.540 | 854.928 | 86.838 |
| 1974 | 1111.040 | 895.185 | 88.515 |
| 1975 | 1100.210 | 934.281 | 87.524 |
| 1976 | 1164.470 | 966.130 | 90.420 |

Nota: Véase Guisán(1983) para definiciones y fuentes de datos.

Tabla 8. Salario medio real en 7 países de la OCDE

| obs  | WA    | WE    | WF    | WIT   | WJ    | WU     | WUK   |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 1963 | 4.307 | 1.845 | 4.487 | 3.037 | 1.956 | 9.850  | 3.476 |
| 1964 | 4.549 | 1.969 | 4.692 | 3.221 | 2.170 | 10.059 | 3.628 |
| 1965 | 4.792 | 2.072 | 4.855 | 3.370 | 2.259 | 10.168 | 3.677 |
| 1966 | 4.982 | 2.246 | 5.029 | 3.574 | 2.388 | 10.342 | 3.780 |
| 1967 | 5.145 | 2.399 | 5.192 | 3.782 | 2.573 | 10.486 | 3.932 |
| 1968 | 5.327 | 2.459 | 5.444 | 3.990 | 2.813 | 10.730 | 4.083 |
| 1969 | 5.718 | 2.645 | 5.717 | 4.164 | 3.084 | 10.843 | 4.138 |
| 1970 | 6.041 | 2.696 | 5.947 | 4.465 | 3.359 | 11.016 | 4.349 |
| 1971 | 6.303 | 2.819 | 6.232 | 4.656 | 3.658 | 11.264 | 4.516 |
| 1972 | 6.576 | 3.030 | 6.020 | 4.824 | 3.979 | 11.430 | 4.611 |
| 1973 | 6.941 | 3.207 | 6.754 | 5.149 | 4.344 | 11.597 | 4.825 |

Nota: Elaborado a partir de datos de la OCDE. Miles de \$70 por trabajador, según tipos de cambio, TCs. Datos de Alemania, A, España, E, Francia, F, Japón, J, USA, U, y Gran Bretaña, UK.



Las ecuaciones 1 y 2 presentan la estimación de la función de producción en el período 1962-76 con datos de panel de los 7 países de la OCDE cuyos datos figuran en las tablas de esta sección. El primero es un modelo lineal y el segundo un modelo potencial, basado en la función Cobb-Douglas. Ambas ecuaciones muestran una elevada bondad del ajuste, siendo mejor el ajuste de la función C-D ya que la SCE respecto a la variable Q proporcionó un valor más bajo que en la función lineal, según se indica en la última fila del cuadro de resultados de la ecuación 2.

Se contrastó la estabilidad de parámetros en esta última función, tanto en el tiempo como en el espacio con resultados satisfactorios, como se expone en Guisán(1980) y (1983).

Ecuación 1. Función de producción lineal con efectos fijos, MCO

|   |             |                    |             |        |
|---|-------------|--------------------|-------------|--------|
| Dependent Variable: Q?  |             |                    |             |        |
| Method: Pooled Least Squares                                    |             |                    |             |        |
| Sample: 1962 1976   |             |                    |             |        |
| Number of cross-sections used: 7. Total panel (unbalanced): 104 |             |                    |             |        |
| Variable  | Coefficient | Std. Error         | t-Statistic | Prob.  |
| K?  | 0.353155    | 0.083071           | 4.251257    | 0.0001 |
| L?  | 10.70168    | 1.572006           | 6.807657    | 0.0000 |
| TI  | 2.676402    | 0.432873           | 6.182878    | 0.0000 |
| Fixed Effects   |             |                    |             |        |
| A--C  | -210.2824   |                    |             |        |
| E--C  | -135.6201   |                    |             |        |
| F--C  | -150.8717   |                    |             |        |
| IT--C   | -177.4753   |                    |             |        |
| J--C  | -421.5073   |                    |             |        |
| U--C  | -168.7327   |                    |             |        |
| UK--C   | -216.3288   |                    |             |        |
| R-squared   | 0.998754    | Mean dependent var | 241.9444    |        |
| Adjusted R-squared  | 0.998634    | S.D. dependent var | 306.2924    |        |
| S.E. of regression  | 11.31930    | Sum squared resid  | 12043.89    |        |
| Log likelihood  | -394.6696   | F-statistic        | 8369.249    |        |
| Durbin-Watson stat  | 0.565024    | Prob(F-statistic)  | 0.000000    |        |

Ecuación 2. Función Cobb-Douglas con panel de 7 países

| Dependent Variable: LOG(Q?)  |             |                         |             |        |
|--|-------------|-------------------------|-------------|--------|
| Method: Pooled Least Squares   |             |                         |             |        |
| Sample: 1962 1973  |             |                         |             |        |
| Number of cross-sections: 7. Total panel (balanced) observations: 77 |             |                         |             |        |
| Convergence not achieved after 500 iterations                        |             |                         |             |        |
| White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance     |             |                         |             |        |
| Variable   | Coefficient | Std. Error              | t-Statistic | Prob.  |
| C  | -0.687253   | 0.092303                | -7.445597   | 0.0000 |
| LOG(K?)  | 0.761596    | 0.050493                | 15.08330    | 0.0000 |
| LOG(L?)  | 0.579684    | 0.065083                | 8.906867    | 0.0000 |
| A--AR(1)   | 0.914147    | 0.037001                | 24.70596    | 0.0000 |
| E--AR(1)   | 0.761743    | 0.193926                | 3.928011    | 0.0002 |
| F--AR(1)   | 1.050948    | 0.048233                | 21.78911    | 0.0000 |
| IT--AR(1)  | 1.116305    | 0.055188                | 20.22738    | 0.0000 |
| J--AR(1)   | 0.802772    | 0.163055                | 4.923315    | 0.0000 |
| U--AR(1)   | 0.987532    | 0.086572                | 11.40710    | 0.0000 |
| UK--AR(1)  | 0.906717    | 0.034808                | 26.04887    | 0.0000 |
| R-squared  | 0.999533    | Mean dependent var      | 4.929390    |        |
| Adjusted R-squared   | 0.999471    | S.D. dependent var      | 0.956444    |        |
| S.E. of regression   | 0.022005    | Sum squared resid       | 0.032442    |        |
| Log likelihood   | 189.9684    | F-statistic             | 15946.34    |        |
| Durbin-Watson stat   | 1.747017    | Prob(F-statistic)       | 0.000000    |        |
|  |             | Sum squared resid de Q? | 4025.64     |        |

La suma de las elasticidades output/trabajo y output/capital resultó igual 1.326 y el contraste de esta combinación lineal de parámetros respecto a la hipótesis unitaria se rechaza frente a la hipótesis alternativa de rendimientos a escala creciente con una t de Student igual a 14.73 y por lo tanto mayor que el nivel crítico que para el contraste de una sola cola al nivel del 5% es en este caso 1.67, según se expone en Guisán(1983).

La estimación de la función lineal por MCG, con autocorrelación, y con efectos fijos de la función lineal, presentó una SCE menor que la función C-D, pero presenta problemas de perturbaciones no estacionarias pues algunos de los coeficientes de autocorrelación estimados son superiores a uno.

En la función de producción lineal puede tener importancia la desagregación del factor trabajo en varios niveles de acuerdo con el nivel educativo y posiblemente ello disminuya el grado de autocorrelación de acuerdo con la experiencia del estudio de Guisán(1976b).

### *Modelos de empleo*

Un enfoque econométrico para explicar y predecir el nivel de empleo consiste en explicar y predecir  $Q_i$  y  $PM_i$  y después deducir el empleo por cociente entre ambas. En este enfoque la evolución de  $PM_i$  en general tiene relación con la evolución del salario. Un segundo enfoque consisten en utilizar la función de producción para deducir el nivel de empleo deseado y un mecanismo de ajuste parcial para relacionar el empleo real con el deseado por las empresas. Un tercer enfoque se basa en la ecuación de productividad marginal del trabajo y relaciona el nivel de empleo con el cociente entre el PIB y el salario. Un cuarto enfoque considera que el empleo máximo deseado por las empresas se determina por la ecuación de mantenimiento del tipo de beneficio deseado cuando el capital no puede utilizarse plenamente. En Guisán(1983) y (1987) se estiman y contrastan modelos de empleo bajo los enfoques 3 y 4.

### **6.3. Efectos directos e indirectos de la educación sobre el desarrollo.**

El lado de la oferta, en los estudios econométricos de desarrollo económico, ha prestado una gran atención durante las últimas décadas del siglo veinte, a los efectos que la educación tiene sobre la función de producción. Algunos de los principales enfoques se recogen en el documento de Neira y Guisán(2002)y en otros que allí se citan.

La escuela Neoclásica que dominó el pensamiento económico hasta entrado el siglo XX, presenta dos aportaciones básicas relativas a la relación crecimiento económico y educación, que se difundieron en las décadas de 1950 y 1960. El desarrollo de la teoría del capital humano por una parte y el modelo de Solow por otra.

El desarrollo de la teoría del capital humano durante la década de los sesenta se produjo a raíz de la introducción de este concepto por parte de

Fisher, dado el gran arraigo de esta teoría durante los años sesenta, son numerosos los trabajos que se desarrollaron bajo su amparo, pero serán las aportaciones de Schultz, y Becker, las que constituirán los pilares básicos en los que se sostiene esta teoría.

Esta teoría, considera la educación del individuo como una forma de inversión, que le supondrá una renta que no obtendría si no dispusiese de dicho capital, se trata pues de una inversión en el propio individuo y de ahí deriva su calificación como "capital humano". En ella se consideran las inversiones educativas como una forma de mejorar las capacidades innatas de las personas, produciendo un incremento en su productividad. Este aumento del rendimiento de los trabajadores se ve acompañado por un aumento en sus salarios.

### *El factor residual y el crecimiento endógeno*

Los años cincuenta constituyeron la década de redescubrimiento del capital humano, si bien en estos trabajos lo que se analizan son simples correlaciones entre educación y crecimiento de la economía, y no será hasta el resurgimiento de las teorías del crecimiento endógeno cuando ésta alcance su punto álgido.

Los primeros análisis del tema se basan en simples correlaciones entre educación y desarrollo económico. En Neira(2002) se citan los siguientes estudios de correlación: Tilak (1989) recoge una serie de trabajos que se desarrollan en esta línea de investigación. Entre estos señala los de Curle (1964) que analiza el ingreso per capita para 50 países en el período 1954-59, obteniendo una correlación de 0.53 entre éste y el porcentaje de gasto en educación en el PIB y 0.64 con el número de alumnos en educación superior a primaria. McLelland (1966) obtiene una correlación positiva entre ratios de escolarización secundaria y crecimiento económico entre 1920 y 1950 para 21 países desarrollados.

Después de esta primera aproximación a través del análisis de las correlaciones, surgen el enfoque denominado "factor residual", este enfoque basado en la teoría neoclásica, considera los incrementos de producción de un país a través de los inputs más habituales (trabajo y capital), tratando de cuantificar que parte del crecimiento es debido a

dichos índices, y considerando el resto del incremento como un factor residual consecuencia de otras variables. Dentro de este residuo, una parte importante vendría explicada por el capital humano.

El trabajo de Solow (1956) que supone la base para numerosos trabajos relativos al crecimiento económico, y que desarrollaremos más adelante especifica una función de producción lineal y homogénea, y suponiendo neutral el cambio tecnológico, calcula que el efecto del factor residual representa el 90% del incremento de producción por hora de trabajo para USA durante el período 1915-1955. Denison (1967) atribuye 3/5 partes de este factor residual a las mejoras educativas.

En el trabajo de Tilak y otros que se citan en Neira(2002) recogen algunos estudios llevados a cabo en la década de los setenta y primeros ochenta, en los que se encuentran resultados muy diferentes respecto a la contribución de la educación al desarrollo económico, pero en la mayoría se observa un efecto positivo de la educación para el crecimiento de las economías en diferentes períodos de estudio.

La endogeneización del progreso técnico dará lugar a nuevos modelos desarrollados que se denominan “modelos de crecimiento endógeno”, partiendo del trabajo de Solow (1956) y Denison (1967) se analiza el factor residual, en el cual tendrá un gran protagonismo el factor educativo.

Los nuevos investigadores de las teorías del crecimiento ya no consideran que la tecnología crece a una tasa exógena, sino que incluyen el modelo nuevos factores que llevan a lograr tasas de crecimiento positivas a largo plazo. Estos factores van desde la inclusión del capital humano, el gasto público, el I+D, etc., consiguiendo así explicar la parte del crecimiento que en el modelo de Solow formaba parte del residuo.

#### *Principales enfoques econométricos del capital humano*

En esta línea de investigación debemos distinguir por una parte los modelos de crecimiento endógeno, que incluyen el capital humano como uno de los diversos factores que ahora se introducen en la función de producción sin exigir el cumplimiento de las hipótesis neoclásicas, grupo en el que destaca el modelo de Lucas(1988) y por otra parte lo que se ha

denominado el modelo de Solow-ampliado, en el que Mankiw, Romer y Weill (1992) partiendo del modelo de Solow, amplían el modelo neoclásico considerando un nuevo factor productivo constituido por el capital humano.

La consideración del capital humano en la función de producción como un factor de producción conduce en los distintos enfoques ha conducido a resultados contradictorios y a veces insuficientes respecto al verdadero papel de la educación en el desarrollo, y ello lleva a varios autores a plantearse cual es la forma más adecuada de medir dicho efecto.

Así tenemos que remontarnos al pionero trabajo de Nelson Y Phelps(1966) en el que planteaban una cuestión importante en cuanto al capital humano y que sería tenida en cuenta a partir de entonces por la mayoría de los investigadores a la hora de tratar el efecto del capital humano en el crecimiento económico. Plantean un doble papel para el capital humano en la función de producción, que denomina efectos “tasa” y efectos “nivel”, ya que consideran que la simple inclusión del capital humano sólo como un factor más es un error, al ignorarse de este modo el efecto que produce también sobre la tasa de crecimiento de la tecnología (efecto tasa). Es decir, se considera un efecto de “nivel” a la inclusión del capital humano en la función de producción como un factor productivo más, mientras que un efecto “tasa” vendría dado por su interrelación a través del efecto que el capital humano ejerce en el I+D.

Presentan dos modelos teóricos en los que se considera la relación entre la educación y la difusión de tecnología, considerando que esta avanza a un ratio exponencial  $\lambda$ , el cual es una función creciente del nivel educativo. Siendo además la educación a su vez una función creciente de  $\lambda$ . Otro resultado de interés al que llegan es el hecho de que el efecto de la educación es mayor en las economías tecnológicamente más avanzadas, existiría en cierta forma un efecto “umbral” para la tecnología a partir del cual la educación tendría un efecto más positivo.

En la década de los 70 y 80 se realizaron algunos interesantes investigaciones econométricas con datos internacionales de tipo cross-section aplicadas para medir la influencia de la educación sobre el crecimiento del PIB, de la productividad, y de la tecnología, como los de Guisán (1976a) y (1976b), aplicados a los países de la OCDE, los cuales

mostraron una importante influencia positiva de la educación sobre el crecimiento de la productividad marginal y media del trabajo, y también una importante relación positiva entre el incremento del cociente capital/trabajo,  $K/L$ , y la demanda de empleo con mayor nivel educativo.

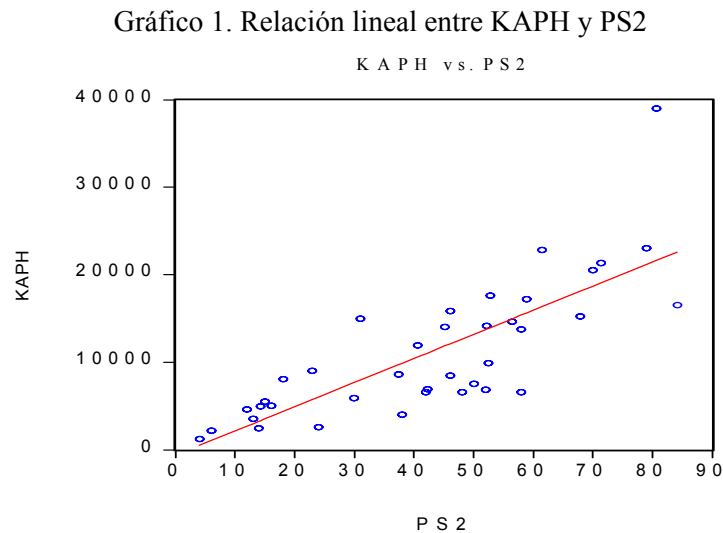
Las dificultades para la obtención de datos estadísticos comparativos ha hecho que se realizaran muy pocos estudios hasta la última década del siglo veinte, en la que la mayor disponibilidad de los datos estadísticos, y un interés creciente por las comparaciones internacionales ha hecho que los estudios sean más numerosos. El hecho de que algunos estudios proporcionaran resultados no concluyentes o contradictorios demuestra la dificultad de modelización del importante efecto de la educación, por diversas causas como la multicolinealidad, especialmente presente en los estudios de series temporales.

Según Neira y Guisán(2002), también ha contribuido a la dificultad de aislar el efecto de la educación el hecho de que la elasticidad del output respecto al trabajo en la función de producción C-D, sea hasta cierto grado independientes del nivel educativo, ya que el efecto de éste incrementa tanto la productividad marginal como la productividad media, de forma que la elasticidad como cociente de ambas apenas varía, pero ello no significa que la educación no tenga un importante efecto positivo sobre el desarrollo económico. Consideran que los efectos indirectos que la educación produce sobre el desarrollo son muy importantes. En dicho estudio se analizan los enfoques del efecto inversión de Barro, Benhabid y Spiegel, y Neira y Guisán, todos ellos con interesantes resultados respecto al importante efecto positivo que el incremento del nivel educativo de la población tiene sobre el capital físico por habitante, y por lo tanto sobre el incremento de productividad media y marginal del trabajo.

En cuanto a los efectos sobre la moderación del crecimiento demográfico, ya hemos citado en la sección 1.3 de este libro las importantes conclusiones del estudio internacional realizado por Guisán, Aguayo y Expósito(2001), en el que se comprueba que el efecto medio de un incremento de dos años de escolarización es la reducción de una unidad en tasa de fertilidad, ya que las familias con mayor nivel educativo, en promedio, tienen comportamientos más moderados en el crecimiento demográfico que las familias con menores estudios. Los efectos de la

educación sobre el capital social también han sido destacados por varios autores, como se pone de manifiesto en Portela y Neira(2002).

El gráfico 1 muestra la relación positiva entre el stock de capital por habitante, KAPH, y el nivel educativo medido por la variable PS2 (% de población adulta con estudios secundarios de segundo ciclo completos).



Neira y Guisán(2002) presentan la estimación de las relaciones entre el PIB por habitante, PH , el stock de capital físico (KAPH) y el nivel educativo (PS2) se realiza para 19 países de la OCDE, en los quinquenios comprendidos entre 1965-90, disponiendo por lo tanto de un panel de 6 años para 19 países.

La ordenada en el origen no aparece homogénea para el conjunto de la muestra, por lo que se ha procedido a la estimación del modelo teniendo en cuenta la posibilidad de un efecto diferente en la ordenada en el origen para cada país, recogido a través de la estimación del modelo de efectos fijos, obteniendo resultados que figuran en las tabla 7.



La estimación de las relaciones entre el crecimiento del PIB, el stock de capital físico (KAPH) y el nivel educativo (PS2) se realiza para 19 países de la OCDE, en los quinquenios comprendidos entre 1965-90, disponiendo por lo tanto de un panel de 6 años para 19 países.

La ordenada en el origen no aparece homogénea para el conjunto de la muestra, por lo que se ha procedido a la estimación del modelo teniendo en cuenta la posibilidad de un efecto diferente en la ordenada en el origen para cada país, recogido a través de la estimación del modelo de efectos fijos, obteniendo resultados que figuran en las tabla 7.

Tabla 9. Estimación de la función de producción por habitante

| Explanatory variables | Intercept: Fixed effects |
|-----------------------|--------------------------|
|                       | Coefficients             |
| C                     |                          |
| LOG(KAPH)             | 0.545719<br>(0.022366)   |
| LOG(PS2)              | 0.070636<br>(0.022325)   |
| R <sup>2</sup>        | 0.999872                 |

D1PS2 es el producto de una variable ficticia, D1, por el stock de capital humano. La variable D1 toma valor igual a uno en los casos de Canadá, Austria, Finlandia y Suiza, que son algunos de los países con mayor gasto y nivel educativo y en los que esta variable presenta un efecto positivo más elevado que en los demás.

D2KAPH es el producto una variable ficticia, D2, por KAPH. La variable D2 toma el valor uno en los casos de Nueva Zelanda y Noruega, por aparecer en estos países un coeficiente estimado menor para la variable KAPH. Ello podría deberse a un problema de sobreestimación de dicha variable o a otras causas particulares de dichos países.

El modelo confirma el efecto significativo del nivel educativo sobre el incremento del stock de capital por habitante.

Tabla 10. Resultados de la estimación con un panel anual de 19 países en 1965-90

| Variable dependiente KAPH<br>Sample(adjusted): 1965 1990<br>Total panel observaciones 475 |                          |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Variable  | Coeficientes<br>Modelo 1 | Coeficientes<br>Modelo 2 | Coeficientes<br>Modelo 3 |
| KAPH (-1)   | 1.025939<br>(0.003090)   | 1.022485<br>(0.003295)   | 1.015060<br>(0.005274)   |
| PS2   | 1.874395<br>(0.758456)   | 2.457874<br>(0.729965)   | 4.077858<br>(1.236395)   |
| D1PS2   |                          | 2.564441<br>(0.663590)   | 2.719511<br>(1.022978)   |
| D2KAPH  |                          | -0.012965<br>(0.003012)  | -0.014135<br>(0.004393)  |
| R-squared   | 0.997645                 | 0.997875                 | 0.998355                 |
| Durbin-Watson   | 1.063424                 | 1.166542                 | 1.987805                 |

Nota: Los términos entre paréntesis son las desviaciones típicas estimadas.

El estudio de Arranz, Freire y Guisán(2001) también analiza el impacto de la educación sobre el desarrollo en los países de la OCDE.

#### 6.4. Referencias bibliográficas

ARRANZ, M.; FREIRE, M<sup>a</sup>J., GUISÁN, M.C.(1997). “An International Comparison of Education, Growth and Employment” . *Investigación Económica*, Vol. LXI, N.235, pp. 45-64, UNAM, México.

ARROW, K.J.; CHENERY, B.S. MINHAS, B.S. y SOLOW, R.(1961). “Capital labor substitution and economic efficiency”. *The review of Economics and Statistics*, nº 3, vol XLIII.

BARRO,R.(1997a). “*Determinants of Economic Growth*”. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

BARRO, R and GROSSMAN, H.I.(1971). "A general disequilibrium model for Income and Employment". *American Economic Review*, Vol.1, pp.82-93.

BENHABID, J. y SPIEGEL, M.(1994). "The role of human capital in economic development. Evidence from aggregate cross-country data" *Journal of Monetary Economics*, nº 34, pgs 143-173.

CHRISTENSEN, L.R. y JORGENSEN, D.W.(1970). "U.S. Real Product and Real Factor Input 1929-67". *Review of Income and Wealth*, March 1970.

DENISON, E.(1967). "*Why Growth Rates Differ? Postwar Experience in Nine Western Countries*". The Brookings Institution, Washington D.C., 1967.

GUISÁN, M. C.(1975). "Estudio econométrico de las funciones agregadas de producción". Resumen de Tesis doctoral. Universidad de Santiago.

GUISÁN, M.C. (1976a). "La heterogeneidad del factor trabajo y la función agregada de producción. Un análisis teórico y empírico". *Revista española de economía*, septiembre-diciembre 1976, pgs 247-256.

GUISÁN, M.C (1976b) "Nivel educativo de la población activa y evolución del empleo en España" *Económicas y empresariales*, revista de la UNED, pgs 140-149.

GUISÁN, M.C.(1980). "*Forecasting Employment through an International Cobb-Douglas Function*". Comunicación presentada en el 4<sup>th</sup> Econometric Society World Congress, ESWC, Aix-en-Provence, agosto 1980.

GUISÁN, M.C.(1983). "*La predicción de la renta y el empleo*". Universidad de Santiago de Compostela.

GUISÁN, M.C.(1987). "Contrastes de especificación en modelos anidados y no anidados de empleo.". Documento de la Cátedra de Econometría de la USC. Actualización pendiente en *Economic Development* nº78.<sup>1</sup>

GUISAN, M. C. (1997). "Economic growth and education: a new international policy".<sup>22</sup> SID World Conference, documento de la serie *Economic Development* n.18, de la Euro-American Association of Economic Development Studies, free downloadable.<sup>1</sup>

GUISAN, M.C.; AGUAYO, E. y EXPOSITO, P.(2001). "Economic Growth and Cycles: Cross-country Models of Education, Industry, Fertility and International Comparisons". *Applied Econometrics and International Development*, Vol. 1-1, pp. 9-37.<sup>1</sup>

MANKIW, G.N., ROMER, D. , WEIL, D.N. (1992). "A contribution of the empirics of economic growth". *The Quaterly Journal of Economics*, may 1992, pgs 407-437.

NEIRA, I. (1998). "*Educación y crecimiento mundial: estudio econométrico del impacto del capital humano*". Tesis Doctoral. Servicio de Publicaciones. Universidad de Santiago de Compostela.

NEIRA, I. (2003). Modelos econométricos de capital humano: Principales enfoques y evidencia empírica. Documento de la serie *Economic Development* nº 64.<sup>1</sup>

NEIRA, I. GUISÁN, M.C. (2002) *Modelos econométricos de capital humano y crecimiento económico: Efecto inversión y otros efectos indirectos*. Documento de la serie *Economic Development* nº 62.<sup>1</sup>

NELSON y PHELPS(1966). "Investments in human, technological diffusion and economic growth" *American Economic Review*. Papers and Proceedings.

OCDE, varios años. Education at a glance. OCDE Indicators. París.

OCDE, varios años. Labour Force Statistics. París.

OCDE, varios años. National Accounts Statistics. París.

SOLOW, M. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth" *Quaterly Journal of economics*, LXX; pgs 65-94.